

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2.0 0 3 年   1 月 2 9 日  
Date of Application:

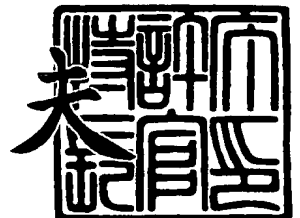
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 2 1 1 0 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 2 1 1 0 1 ]

出 願 人            京セラ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 28386

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/145

【発明者】

【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島  
国分工場内

【氏名】 瀧田 光隆

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式  
会社中央研究所内

【氏名】 山形 佳史

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式  
会社中央研究所内

【氏名】 大塚 一弘

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 西口 泰夫

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-222582

【出願日】 平成14年 7月31日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 タンタル酸リチウム圧電基板の一主面上にインターデジタルトランスデューサー電極、該インターデジタルトランスデューサー電極と接続をする接続電極及び外周封止電極が形成された弾性表面波素子と、

ハンダバンプ部材を介して前記接続電極と接続する素子接続用電極、ハンダ接合部材を介して前記外周封止電極と接合する外周封止導体膜及び外部端子電極を形成されたベース基板と、

該ベース基板の主面と前記弾性表面波素子の一主面との間に所定間隙を形成するように、前記ベース基板の主面に接続・固定した弾性表面波素子の他主面及び側面に被着された外装樹脂層とからなる弾性表面波装置において、

前記ハンダバンプ部材及びハンダ接合部材は、90%以上のSnを含むSn-Sb系またはSn-Ag系の無鉛ハンダであるとともに、前記ベース基板の熱膨張係数が、 $9 \sim 20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項 2】 前記ベース基板が、セラミック粉末と該セラミック粉末の界面に結晶化ガラスが配されたガラスセラミックであることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波装置。

【請求項 3】 前記ベース基板が、無機繊維で強化された樹脂基板であることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

インターデジタルトランスデューサー電極（以下、単にIDT電極と記す）及び接続電極が形成された弾性表面波素子をベース基板に接合・固定した弾性表面波装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、弾性表面波素子は、図6に示すように、キャビティ63が形成されたベ

ース基板 62 に、弾性表面波素子 61 を接合して、このキャビティ 62 の開口を封止用金属蓋体 64 などによって覆っていた。

#### 【0003】

このような弾性表面波装置の弾性表面波素子 61 は、タンタル酸リチウム基板、ニオブ酸リチウム基板などの単結晶圧電基板一方主面に IDT 電極を形成し、さらに、この IDT 電極に接続をする接続電極を形成していた。

#### 【0004】

これらの IDT 電極や接続電極は、圧電基板上に薄膜技法を用いてアルミニウムなどで形成していた。

#### 【0005】

また、ベース基板 62 は、たとえばアルミナセラミックなどからなり、ベース基板 62 の一方主面には、キャビティ 63 が形成されている。このキャビティ 63 の底面には、素子接続用電極が配置されており、この素子接続用電極は、ベース基板 62 の底面に形成した外部接続電極と接続している。また、キャビティ 63 の開口周囲は、封止導体膜が形成されており、その封止導体膜にシールリング 65 が固定されている。

#### 【0006】

このような弾性表面波素子 61 とベース基板 62 の接続にあたっては、弾性表面波素子の接続電極上に金ワイヤのボールボンディングによる金バンプ 66 を形成して、この金バンプ 66 とベース基板 62 の素子接続用電極と当接するように、キャビティ 63 内に弾性表面波素子 61 を配置し、その後、弾性表面波素子 61 に超音波を印加して融着していた。

#### 【0007】

その後、キャビティ 63 内を所定雰囲気によって制御して、キャビティ 63 開口周囲に固定したシールリング 65 を介して金属蓋体 64 を配置して、金属蓋体 64 をシーム溶接により封止していた。

#### 【0008】

なお、ベース基板 62 は、周知の多層配線基板の製造方法と同様であり、キャビティ 63 はベース基板 62 を構成する上部側のアルミナ絶縁層の枠形状により

構成することができ、また、素子接続用電極は、アルミナ絶縁層間に配置された配線パターンの一部として形成することができる。そして、その配線パターン（素子接続用電極）の表面は、上述の超音波融着を容易にするために、金メッキ層などが被着されている。

#### 【0009】

このような金バンプ66は、ボールボンディング法を用いて圧電基板の接続電極上に形成するため、ボンディングダメージを与えてしまう。また、実装にあたっては、弾性表面波素子に直接、超音波熱圧着により接合しており、基板加熱温度を150℃程度に加熱し、素子側から荷重は1～10N程度を印加して行う。即ち、また、加熱処理を伴うため、基板が熱膨張により変形し、この変形した応力が内在した状態で弾性表面波素子が接合・固定されてしまい、常温における弾性表面波素子の特性を変動させてしまう。

#### 【0010】

また、弾性表面波素子に超音波振動をあたえるため、物理的な影響をあたえてしまい、極端な場合には圧電基板から接続電極が剥離してしまう。

また別の構造として、弾性表面波素子とベース基板との接続及び機械的な接合を金バンプ以外にハンダバンプを用いた構造が既に知られている。

#### 【0011】

そして、弾性表面波素子61とベース基板62との接合のハンダには、一般的には、Pb/Sn（たとえば95Pb/5Sn）が用いられていた。

#### 【0012】

この構造では、弾性表面波素子の接続においては、弾性表面波素子に超音波振動を印加する必要がないため、弾性表面波素子への物理的なダメージを極端に抑えることができる。また、半田リフロー処理などの加熱処理で行われるが、ハンダの鉛成分が基板側の熱膨張係数と弾性表面波素子側の熱膨張係数の差による応力を吸収する機能を有していた。これは、ハンダに含まれる鉛成分が比較的柔らかい材料であり、熱膨張係数の差による応力が発生しても、この応力を柔らかい材料である鉛で緩和できるためである。即ち、ベース基板の熱膨張係数と弾性表面波素子の熱膨張係数を厳密に考慮する必要がなく、比較的安価で容易な接続が

可能といえる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、接合部材の鉛成分を含有するハンダは、環境悪化を招くことから、その利用が制限されつつある。

【0014】

また、超音波による融着に比較して、弾性表面波素子及びベース基板の全体に加熱を行う必要があり、弾性表面波素子とベース基板との間のひずみ量が大きくなる可能性があった。

【0015】

また、この鉛成分を多量に含むはんだ材料は、降伏応力が低いため、弾性表面波素子と基板間の熱膨張係数差による熱ストレスが加わった場合には、塑性ひずみ量やクリープひずみ量が大きくなる。これは、接合時のみを考えると、上述のように熱ストレスを吸収できるように思えても、実際の長期使用を想定した温度サイクル試験を行うと、弾性表面波素子とベース基板との熱膨張係数の差による応力がハンダ部分に集中し、それが繰り返しかかりハンダ部分で金属疲労を起し、破断してしまうという致命的な問題があった。

【0016】

このため、従来では、ベース基板と弾性表面波素子との接合部分の側面部分に、高粘度コート材を周囲に設けて、はんだ接合部分に発生する応力を緩和させ、信頼性寿命を確保していた。

【0017】

さらに、弾性表面波素子をアルミナなどのベース基板に、Pbはんだ以外のろう材を用いると、弾性表面波素子側に熱膨張係数の差による応力が集中してしまい、弾性表面波素子が割れてしまう可能性があり、接合部材については特に慎重に選定する必要がある。

【0018】

また、その接合時に、接合部材から、異物が発生するものを避けなくてはならない。これは、異物が弾性表面波素子、特にIDT電極に付着してしまうと、特

性劣化を招いてしまうためである。

【0019】

特に、圧電基板の材料にタンタル酸リチウムを用いた弾性表面波素子の場合、タンタル酸リチウムの熱膨張係数は、素子の伝搬方向と、伝搬方向と直交する方向では、熱膨張係数が異なるという特性を有する。例えば、表面波伝播方向の線膨張係数は約  $16 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、表面波伝播方向と直交する方向の線膨張係数は約  $8.3 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  である。

【0020】

また、基板材料はアルミナで熱膨張係数は、方向性の依存性がなく、たとえば  $7 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  である。即ち、熱膨張係数の方向性の依存のある圧電基板と、方向依存性のない基板とを、接続するにはその接続構造を十分に考慮しなくてはならない。しかも、圧電基板とベース基板との低背化及び容易な接合を図ったフェイスダウン実装構造（熱膨張係数の応力が接合部で集中する）では特に考慮しなくてはならない。

【0021】

また、圧電基板の IDT 電極を形成した表面側が、ベース基板への実装面となり、この実装面側に弾性表面波が安定して伝搬できるように所定間隙を形成する必要があり、半導体素子の接合のように、機械的な接合を向上させるため、ベース基板との間に絶縁性樹脂のからなるアンダフィルの使用についても制限が発生してしまう。

【0022】

本発明は、上述の課題に鑑みて案出されたものであり、その目的は、ベース基板に、タンタル酸リチウムの圧電基板を用いた弾性表面波素子をフェースボンディング接合しても、熱膨張係数の差による熱応力に対して非常に安定して接合でき、しかも、長期にわたり安定した接続が維持できる弾性表面波装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】

本発明は、タンタル酸リチウム圧電基板の一主面上にインターデジタルトラン



スデューサー電極、該インターデジタルトランスデューサー電極と接続をする接続電極及び外周封止電極が形成された弾性表面波素子と、

ハンダバンプ部材を介して前記接続電極と接続する素子接続用電極、ハンダ接合部材を介して前記外周封止電極と接合する外周封止導体膜及び外部端子電極を形成されたベース基板と、

該ベース基板の主面と前記弾性表面波素子の一主面との間に所定間隙を形成するように、前記ベース基板の主面に接続・固定した弾性表面波素子の他主面及び側面に被着された外装樹脂層とからなる弾性表面波装置において、

前記ハンダバンプ部材及びハンダ接合部材は、90%以上のSnを含むSn-Sb系またはSn-Ag系の無鉛ハンダであるとともに、前記ベース基板の熱膨張係数が、9～20ppm/℃であることを特徴とする弾性表面波装置である。

#### 【0024】

また、前記ベース基板が、セラミック粉末と該セラミック粉末の界面に結晶化ガラスが配されたガラスセラミックである。

#### 【0025】

また、前記ベース基板が、無機繊維で強化された樹脂基板である。

#### 【0026】

#### 【作用】

本発明では、ベース基板に、タンタル酸リチウムからなる圧電基板を用いた弾性表面波素子を、90%以上のSbを含むSn-Sb系またはSn-Ag系ハンダからなるハンダバンプ及びハンダ接合部材により電氣的な接続及び接合をおこなっている。即ち、ハンダバンプ部材により、ベース基板と弾性表面波素子との電氣的な接続を行い、またハンダ接合部材により、特に、圧電基板一方主面の周囲で機械的な接合をおこなっている。即ち、超音波融着のように、弾性表面波素子に多大な物理的な衝撃をあたえることがないため、電極の剥離などを招くことが一切ない。

#### 【0027】

このハンダバンプやハンダ接合部材に、90%以上のSnを含むSn-Sb系無鉛ハンダをハンダバンプ及びハンダ接合部材に用いるため、従来の鉛成分を含

有するハンダの接合に比較して、熱膨張係数の差による熱応力による金属疲労を低減して長期にわたり、安定した接続を維持している。

#### 【0028】

また、鉛成分を有するハンダに比較して、その熱応力を吸収しにくいものの、タンタル酸リチウムの伝搬方向の熱膨張係数とそれに直交する方向の熱膨張係数を考慮して、ベース基板の熱膨張係数を厳密に、 $9 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ と規定しているため、ハンダ接合部材で吸収できなかった応力に対しても、弾性表面波素子やベース基板にひずみや反りが発生しない。

#### 【0029】

したがって、実際の使用を想定した温度サイクル試験を施しても、安定した接合が維持できる。

#### 【0030】

また、タンタル酸リチウム圧電基板の一方主面（IDT電極が形成された面）の周囲には、接合用のハンダ接合用部材が周設されている。即ち、弾性表面波素子とベース基板との間隙が、接合が安定したハンダ部材で取り囲まれているため、その間が気密的に封止された状態を維持できる。

#### 【0031】

また、熱膨張係数  $9 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  の基板としては、無機物フィラーの界面に結晶化ガラスが充填されたガラス—セラミック基板などが例示でき、タンタル酸リチウムの方向性を有する熱膨張係数に対しても、非常に安定して追隨することができる。

#### 【0032】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の弾性表面波装置を図面に基づいて詳説する。

図1は、本発明の弾性表面波装置の断面図であり、図2は、本発明の弾性表面波装置に用いるベース基板の概略平面図であり、図3は、弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子を製造する各工程における断面図である。

#### 【0033】

本発明は、弾性表面波素子1、ベース基板2、ハンダバンプ部材3、ハンダ接

合部材 4、外装樹脂層 5 とから構成されている。

#### 【0034】

弾性表面波素子 1 は、弾性表面波共振子、弾性表面波フィルタなどが例示でき、タンタル酸リチウム圧電基板 10 の一主面上にインターデジタルトランスデューサー電極（本発明では、櫛歯状電極及び反射器電極を含み、以下、単に IDT 電極という）11 が形成され、さらにこの IDT 電極 11 と接続をする接続電極 12 が形成されている。例えば、IDT 電極 11 は、タンタル酸リチウム圧電基板 10 の中央に、伝搬方向に形成され、接続電極 12 は、IDT 電極 11 の所定箇所から延びるように、IDT 電極 11 の周囲に形成される。接続電極 12 は、例えば、信号入力電極、信号出力電極、グランド電位電極などからなる。

#### 【0035】

また、このタンタル酸リチウム圧電基板 10 の一方主面（IDT 電極 11、接続電極 12 を形成した面）の外周には、外周封止電極 13 が形成されている。この外周封止電極 13 は、弾性表面波素子 1 とベース基板 2 との単に形成される間隙の周囲を気密的に封止するものである。なお、各電極 11～13 は、例えば、アルミニウム、銅などをフォトリソグラフィ技術に基づいて形成され、その表面に、クロム、ニッケル、金などのメッキ層が形成される。

#### 【0036】

ベース基板 2 は、熱膨張係数  $9 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  となる基板材料、たとえば、ガラス—セラミック材料の多層基板などが例示できる。このガラス—セラミック材料の基板 20 は、アルミナ粉末の無機物フィラーと、この無機物フィラーの界面に結晶化ガラスが配置され基板であり、アノーサイトなどの結晶化ガラスが析出される複数の金属酸化物（ほう酸、シリカ、酸化亜鉛など）の粉末を用いて、有機バインダ、溶剤を均質混練して得られるスラリーを例えばグリーンシート生成して、このグリーンシートを積層した後一体的に焼成して形成される。また、上述のスラリーを支持基板上に印刷し、また、支持基板にコートして積層化して未焼成状態の積層体を形成した後、焼成処理して形成する。ベース基板 2 を構成する基板 20 の表面には、素子接続用電極 21、外周封止導体膜 22 及び外部端子電極 23 が形成されている。さらに、素子接続用電極 21 と外部端子電極 23

とを接続するビアホール導体を含む内部配線パターン 24 が形成されている。

#### 【0037】

ベース基板 2 は上記のガラス—セラミック基板以外に、ガラスファイバーなどの無機繊維で強化された樹脂基板でもよい。樹脂としてはエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、BT 樹脂がよいが、とくに BT 樹脂は気密性が高く、耐湿特性が良好で電子部品のパッケージ用として適している。樹脂基板の主面には銅箔がラミネートされており、この上に感光性レジストを用いてパターン形成後、エッチングで内部配線パターン 24 や素子接続用電極 21、外周封止導体膜 22 及び外部端子電極 23 などを形成する。

#### 【0038】

とくに、ベース基板 2 として樹脂基板を用いるほうがセラミック基板に比べていくつかの点で優れている場合がある。第 1 に配線や電極パターンが上記のように写真現像技術を用いたもので、パターン精度が高く、大型基板の上で一括成型した後ダイシングソーで分割する際の切断精度が高い。これに対しセラミック基板は焼成時の基板変形で配線や電極パターンが変形し、切断時の精度を高めることができない。第 2 に樹脂基板材料の誘電率が一般に小さく浮遊容量が形成されにくい。これにより弾性表面波フィルタを実装する際は、バランス度や VSWR 特性の良好なフィルタを提供することができる。

#### 【0039】

これらの各導体膜または各電極 21～24 は、上述の基板を形成する工程で、銀などの導電性ペーストをグリーンシートや印刷塗布膜上に形成した貫通孔内に充填したり、また、グリーンシートや印刷塗布膜の表面に所定形状に印刷して、積層処理後、基板 20 の焼成工程で一体的に焼成処理されて形成される。

なお、この素子接続用電極 21、外周封止導体膜 22 及び外部端子電極 23 は、銀の導体膜上にメッキ処理などを施して、少なくともハンダ濡れ性が良好な金属表面を形成する。

#### 【0040】

このようなベース基板 2 上に弾性表面波素子 1 を接合するにあたり、ベース基板 2 の主面と弾性表面波素子 1 の一主面（IDT 電極 11 が形成された面）との

間に所定間隙を形成するように、弾性表面波素子 1 の接続電極 12 とベース基板 2 の主面の素子接続用電極 21 とをハンダバンプ部材 3 により接続して、弾性表面波素子 1 の外周封止電極 13 とベース基板 2 の外周封止導体膜 22 とをハンダ接合部材 4 によって接合する。そして、ハンダバンプ部材 3、ハンダ接合部材 4 は、その組成が Sn 90% 以上の無鉛はんだ材料である Sn-Sb 系または Sn-Ag 系のハンダを用いる。即ち、本発明による接合方法は、ハンダによるフェースボンディング接合である。

#### 【0041】

なお、この接合時にあたり、ベース基板 2 と弾性表面波素子 1 との間隙が所定雰囲気、たとえば窒素雰囲気になるように、接合は窒素雰囲気で行う。

#### 【0042】

また、ベース基板 2 に接合された弾性表面波素子 1 は、他方主面側及び側面にわたり、外装樹脂層 5 を被着形成する。この外装樹脂層 5 は、エポキシ樹脂、ポリイミド系樹脂などが例示できる。

#### 【0043】

本発明で特徴的なことは、タンタル酸リチウム圧電基板 10 を用いた弾性表面波素子 1 をフェースボンディング接合するにあたり、異方性の熱膨張係数を考慮して、基板 20 の熱膨張係数を  $9 \sim 20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  に制御するとともに、このベース基板 2 と弾性表面波素子 1 との接続及び接合に用いるハンダ組成は、Sn 90% 以上の無鉛はんだ材料を用いたことである。

#### 【0044】

これにより、ハンダバンプ 3 及びハンダ接合部材 4 がベース基板 2 の各電極、各導体膜 21、22 上に一括的に形成することができ、大幅なプロセスコストの削減が可能となる。また、ハンダ材料の融点を  $250^\circ\text{C}$  以下とすることができるため、弾性表面波素子 1 とベース基板 2 との間のひずみ量を抑えることができ、弾性表面波素子 1 にクラックの発生を有効に抑えることができる。したがって、弾性表面波素子 1 とベース基板 2 との間の塑性ひずみ量を低減させる効果は顕著となり、長期にわたり高い信頼性を保証できる。さらに、ベース基板 2 は、水分透過抑制効果のあるガラス-セラミック材料からなる基板 20 を用いており、各

素子接続用電極 21、内部配線パターン 24 などに、銀や銅などの低抵抗材料を用いることができ、高周波特性に優れたものになる。

#### 【0045】

また、弾性表面波素子 1 の圧電基板 10 の外周の全周にわたり、外周封止電極 13 が形成され、この部分にベース基板 2 の外周封止導体膜 22 とハンダ接合部材 4 によって接合されている。このため、気密封止性が非常に向上することになり、水分の浸入経路が完全に無くなり気密性が大幅に向上する。

#### 【0046】

また、気密封止をおこなうハンダ接合部材 4 と、弾性表面波素子 1 とベース基板 2 とを電氣的に接続するハンダバンプ部材 3 とを同一材料に形成することにより、例えば、ベース基板 2 上にハンダバンプ部材 3 及びハンダ接合部材 4 を形成する工程が同一工程内の作業となり、ハンダバンプ部材 3 による接続及びハンダ封止部材 4 による接合も同一工程でその作業を行える。

#### 【0047】

以下、本発明の弾性表面波装置の製造方法に図 3 (a) ~ (f) を用いて説明する。

#### 【0048】

まず、ベース基板 2 が複数抽出できる大型ベース基板を用意する。この大型ベース基板の各装置の領域（切断または分割後にベース基板 2 となる領域）の一方主面には、素子接続用電極 21、外周封止導体膜 22 が形成され、他方主面には、外部端子電極 23 が形成され、さらに、各素子領域には、内部配線パターン 24 が形成されている（図 3 (a) 参照）。なお、各基板領域の平面形状は、弾性表面波素子 1 の平面形状よりも 1 周り、たとえば、0.5mm 程度大きくしておくことが重要である。

#### 【0049】

次に、弾性表面波素子 1 とベース基板 2 とを電氣的に接続するハンダバンプ部材 3 及び周囲を封止するハンダ接合部材 4 を形成する（図 3 (b) 参照）。このハンダバンプ部材 3 及びハンダ接合部材 4 は、大型ベース基板の各素子領域に形成した素子接続用電極 21 の表面及び外周封止導体膜 22 の表面に、ペースト状

のハンダを塗布して形成する。なお、バンプ状とするため、塗布したハンダを 1 次加熱処理、洗浄処理をおこなう。これにより、印刷したハンダは、素子接続電極 21 及び外周封止導体膜 22 上で断面半円形状となり、さらに、不要なフラックス成分を除去することができる。

#### 【0050】

このハンダバンプ部材 3 及びハンダ接合部材 4 は、ベース基板 20 側に形成している。これは弾性表面波素子 1 側に形成する場合、非常に狭い間隔の IDT 電極 11 にハンダやその他の不要な成分が付着して、弾性表面波素子 1 の特性劣化を避けるためである。

#### 【0051】

また、タンタル酸リチウム圧電基板 10 が複数抽出できるタンタル酸リチウムの大型圧電基板を用意する。この大型圧電基板の一方主面の各素子領域には、IDT 電極 11、接続電極 12、外周封止電極 13 が被着形成される。そして、各大型圧電基板は、各弾性表面波素子 1 毎に切断処理され、その後、例えば整列パレットなどに整列される。このタンタル酸リチウム圧電基板 10 の一方主面に、図 1 に示すように、IDT 電極 11 が形成され、さらにこの IDT 電極 11 と接続をする接続電極 12 が形成され、さら IDT 電極 11 及び接続電極 12 を取り囲むように、基板 10 の周辺には外周封止電極 13 が形成されている。

#### 【0052】

次に、パレットに整列した弾性表面波素子 1 を取り出して（図 3（c）参照）、大型ベース基板の各基板領域に載置する。このとき、弾性表面波素子 1 側の接続電極 12 と、基板領域の素子接続用電極 21 上に形成したハンダバンプ材 3 とを位置合わせして、同時に、弾性表面波素子 1 の外周封止電極 13 と各基板領域に形成した外周封止導体膜 22 上に形成したハンダ接合部材 4 と位置合わせをおこなう。これにより、大型ベース基板には、各基板領域に対応して弾性表面波素子 1 がそれぞれ載置されることになる（図 3（d）参照）。

#### 【0053】

次に、弾性表面波素子 1 が載置された大型ベース基板を一括的にリフロー処理して、このハンダバンプ部材 3 によって電氣的な接続を施し、ハンダ接合部材 4

によって両者を機械的に接合するとともに気密的に封止をおこなう。これにより、ハンダパンプ部材 3 及びハンダ接合部材の 4 の高さに相当する間隙が、弾性表面波素子 1 の一方主面と大型ベース基板の表面との間に形成でき、弾性表面波素子 1 で発生する弾性表面波を安定して伝搬させることができる。なお、このリフロー処理時に、その雰囲気例えば窒素雰囲気中で処理することにより、この間隙を窒素雰囲気にするができる。

#### 【0054】

次に、大型ベース基板に電気的な接続及び機械的な接合が施された弾性表面波素子 1 に、素子 1 の他方主面（露出している表面）側から、外装樹脂層 5 となる例えばエポキシ樹脂ペーストを塗布して、硬化処理する。この時、弾性表面波素子 1 よりも大型ベース基板の各素子領域の平面形状が大きいため、隣接しあう弾性表面波素子 1 の間隙にもエポキシ樹脂が塗布される。即ち、弾性表面波素子 1 は、他方主面側及びその側面に外装樹脂層 5 が塗布されることになる（図 3（e）参照）。

#### 【0055】

次に、複数の弾性表面波素子 1 が実装され、且つ外装樹脂層 5 が被着された大型ベース基板を、基板領域毎に外装樹脂層 5 が被着された状態でダイシング処理により切断処理する（図 3（f）参照）。この工程により、図 1、図 2 に示す弾性表面波装置が得られることになる。

#### 【0056】

本発明において、ハンダパンプ部材 3 及びハンダ接合部材 4 に、90%以上の Sn を含む Sn-Sb 系または Sn-Ag 系のハンダを用いている。例えば、Sn-Sb ハンダ、Sn-Ag-Cu ハンダ、Sn-Ag-Sb ハンダが用いられる。そして、本発明者は、上述のハンダを含む代表的な 4 種類のハンダ（Sn-Sb ハンダ、Sn-Ag-Cu ハンダ、Sn-Pb ハンダ、Sn-Au 系ハンダ）について、外周封止導体膜 22 上のハンダの封止幅を 50～300  $\mu\text{m}$  に変化させて、それぞれ測定した。

#### 【0057】

その結果を図 4 に示す。図 4 においては、Sn-Pb ハンダは環境的配慮する



と実用性に乏しく、また、鉛成分含有による最大主応力は小さいものの、逆に温度サイクル試験などを施すと、金属疲労をおこしてしまい、接合信頼性の低下を招いてしまう。また、Sn-Au系ハンダは、降伏応力が高すぎてしまう。その結果、ベース基板2に接合した時に、ハンダ接合部材4に残留する応力が、弾性表面波素子1に影響し、例えば、最大主応力が $200\text{ N/mm}^2$ を超えると、弾性表面波素子1をベース基板2に接合した状態で、また、温度サイクル試験で、弾性表面波素子1にクラックが発生してしまうことを確認している。即ち、最大主応力は、ハンダ接合部材4の封止幅によっても依存するため、接合に用いるハンダ材料と封止幅とを調整して、ハンダ接合部材4における最大主応力の値が、 $200\text{ N/mm}^2$ を超えないように、図4に基づいて設定する必要がある。

#### 【0058】

以上のことから、ハンダ接合部材4のハンダとしては、Sn-Sb系またはSn-Ag系のハンダを用いることが重要である。また、Snが組成中90%以上存在していないと、ハンダ接合が安定して行えない。なお、ハンダバンプ部材3は、上述のように、ハンダ接合部材4と同一工程で形成し、同一工程で接続する。このため、ハンダバンプ部材3をハンダ接合部材4と同一組成にしておくことが、ハンダバンプ部材3及びハンダ接合部材4の取り扱いが容易となる。

#### 【0059】

本発明者は、Sn-Sb系ハンダ、Sn-Ag系ハンダを用いて、タンタル酸リチウム圧電基板10（タンタル酸リチウムの熱膨張係数は $16\text{ ppm/}^\circ\text{C}$ であるものの、表面波伝播方向の線膨張係数は約 $16\text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 、表面波伝播方向と直交する方向の線膨張係数は約 $8.3\text{ ppm/}^\circ\text{C}$ ）を接合するにあたり、最適なベース基板2を検討した。

#### 【0060】

本発明は、ベース基板2の熱膨張係数を $7\sim 25\text{ ppm/}^\circ\text{C}$ の範囲に属する6種類の基板材料を用いて、ハンダ材料として、Sn-Ag-Cu系ハンダを用い、封止幅を例えば $200\text{ }\mu\text{m}$ にして、ベース基板の塑性ひずみ量と、平均故障寿命との関係を調べた。塑性ひずみ量は、弾性表面波素子1を接合した状態でベース基板2の一辺における基板厚みに対するひずみ量の割合である。平均故障寿命

は、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ を各30分繰り返し、故障が発生する平均回数から平均故障寿命を求めた。

#### 【0061】

その結果、図5に示すように、塑性ひずみ量と平均故障寿命とはそれぞれベース基板の熱膨張係数に対して、明らかな相関関係が得られ、具体的には、ベース基板2の熱膨張係数が $9 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ であると、塑性ひずみ量が2.0%未満とすることができ、これにより、平均故障寿命を約1000回以上となる。

#### 【0062】

これに対して $9 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満となると、ベース基板2と弾性表面波素子1の熱膨張係数の差による応力が大きくなり、塑性ひずみ量が大きくなりすぎ、温度サイクル回数1000未満で故障してしまう。このような基板の材料としては、アルミナセラミック基板( $7.1 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ )が例示できる。この場合、接合直後の弾性表面波素子1のクラックの発生率が30%を超え、さらに、温度サイクル10回で2~3%の割合で弾性表面波素子1にクラックが発生してしまい、ベース基板2のひずみからも、また、接合部分の応力の関係からも、実用のレベルにいたらない。

#### 【0063】

また、これに対して $20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ を越えると、ベース基板2と弾性表面波素子1の熱膨張係数の差による応力が大きくなり、塑性ひずみ量が大きくなり過ぎ、温度サイクル回数1000未満で故障してしまう。

なお、上述の $9 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の範囲においては、アルミナセラミック粉末を無機物フィラーとして用いて、その粉末の界面に結晶化ガラスを配したガラスセラミック基板が例示できる。そして、結晶化ガラスの組成、アルミナセラミックと結晶化ガラスとの配合により、比較的任意の熱膨張係数の基板得られる。

#### 【0064】

本発明者は、 $10.6 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ のベース基板2に、タンタル酸リチウム圧電基板10を用いた弾性表面波素子1を、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$  ( $96.5 \text{ Sn}-3.0 \text{ Ag}-0.5 \text{ Cu}$ )ハンダをハンダハンパ部材3及びハンダ封止部材4に用いた弾性表面波装置を作成した。なお、外装樹脂層5には、エポキシ樹脂を用いて

その熱膨張係数を  $30 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率  $660 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ とした。

【0065】

その結果、接合前の最大主応力が約  $137 \text{ N}/\text{mm}^2$ となり、接合後（塑性ひずみの発生後）の応力が約  $78 \text{ N}/\text{mm}^2$ となり、封止後における弾性表面波素子1のクラック及び温度サイクル試験10回後においても、弾性表面波素子1のクラックが共に発生しない。また、温度サイクル試験における平均故障寿命1700回であった。

【0066】

また、 $12.3 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ のベース基板2に、タンタル酸リチウム圧電基板10を用いた弾性表面波素子1を、 $\text{Sn-Ag-Cu}$  ( $96.5 \text{ Sn}-3.0 \text{ Ag}-0.5 \text{ Cu}$ ) ハンダをハンダハンパ部材3及びハンダ封止部材4に用いた弾性表面波装置を作成した。なお、外装樹脂層5には、エポキシ樹脂を用いてその熱膨張係数を  $30 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率  $6468 \text{ N}/\text{mm}^2$ とした。

【0067】

その結果、接合前の最大主応力が約  $98 \text{ N}/\text{mm}^2$ となり、接合後（塑性ひずみの発生後）の応力が約  $68 \text{ N}/\text{mm}^2$ となり、封止後における弾性表面波素子1のクラック及び温度サイクル試験10回後においても、弾性表面波素子1のクラックが共に発生しない。また、温度サイクル試験における平均故障寿命1800回であった。

【0068】

なお、タンタル酸リチウム圧電基板10の熱膨張係数は、表面波伝播方向の線膨張係数が約  $16 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、表面波伝播方向と直交する方向の線膨張係数が約  $8.3 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ である。しかし、上述の種々の検討から、熱膨張係数は表面波伝搬方向の  $16.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ が支配的であり、その結果、ベース基板2の熱膨張係数の範囲の中心値  $14.94$ は、タンタル酸リチウム圧電基板10の方向性を考慮した相加平均的な  $12.15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ に比較して、若干高い値となっている。このように設定すれば、タンタル酸リチウム圧電基板10の熱膨張係数が方向によって相違しても、実施的に方向性を無視して、ベース基板2、ハンダハンパ部材3、ハンダ接合部材4においては、上述のようなハンダ材料と、ベース

基板との組み合わせにより、安価で、製造方法が容易な弾性表面波装置となる。

#### 【0069】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明では、タンタル酸リチウム圧電基板を用いた弾性表面波素子をベース基板にハンダバンプ部材に電氣的に接続し、且つハンダ接合部材によって気密的に接合した弾性表面波装置であって、上述のハンダバンプ及びハンダ接合部材は、90%以上のSnを含むSn-Sb系またはSn-Ag系の無鉛ハンダであるとともに、前記ベース基板の熱膨張係数が、 $9 \sim 20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ としたため、熱膨張係数の差による熱応力に対して非常に安定して接合でき、しかも、長期にわたり安定した接続が維持できる弾性表面波装置となる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の弾性表面波装置の断面構造図である。

##### 【図2】

本発明の弾性表面波装置に用いるベース基板の平面図である。

##### 【図3】

(a) ~ (f) は、本発明の弾性表面波装置の製造方法の各工程を説明する断面図である。

##### 【図4】

ハンダ組成の違いによる最大主応力の比較した特性図である。

##### 【図5】

基板の熱膨張係数による塑性ひずみ量及び平均寿命との関係を示す特性図である。

##### 【図6】

従来の弾性表面波装置の断面図である。

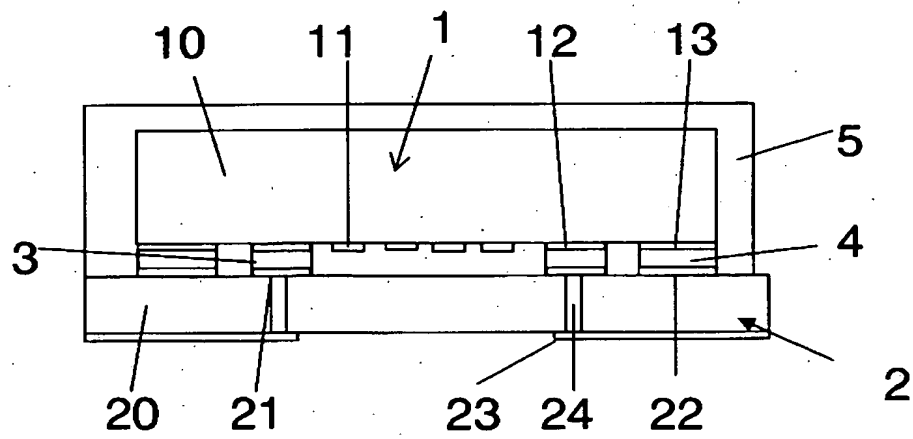
##### 【符号の説明】

- 1 弾性表面波素子
- 2 ベース基板
- 10 タンタル酸リチウム圧電基板

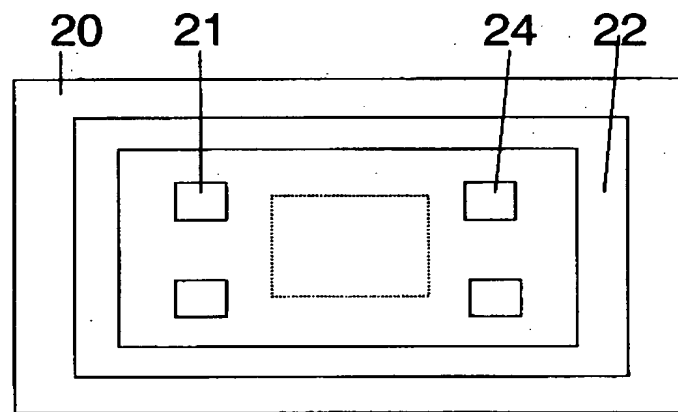
- 1 1 I D T 電極
- 1 2 接続電極
- 1 3 外周封止電極
- 2 0 基板
- 2 1 素子接続用電極
- 2 2 外周封止導体膜
- 2 3 外部端子電極
- 2 4 内部配線パターン
- 3 ハンダバンプ部材
- 4 ハンダ接合部材
- 5 外装樹脂層

【書類名】 図面

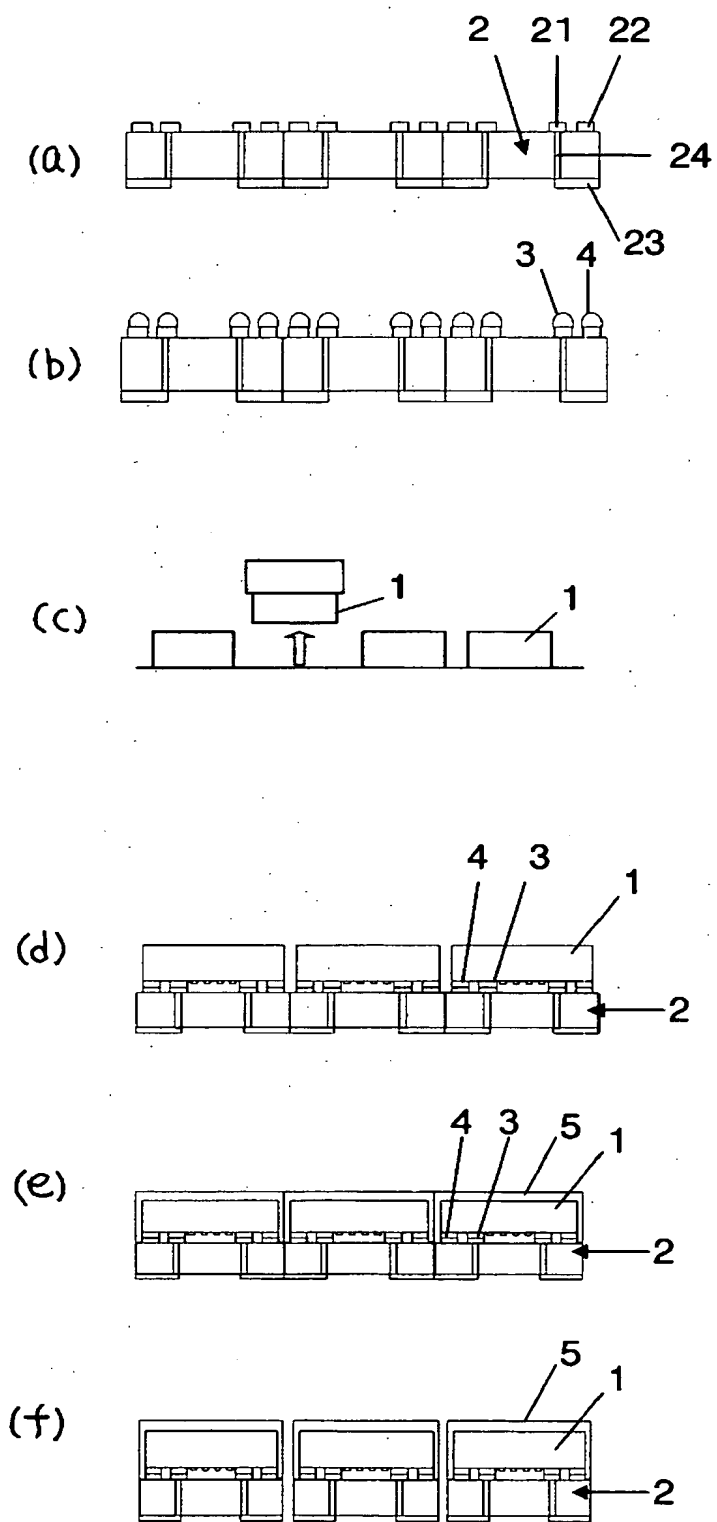
【図 1】



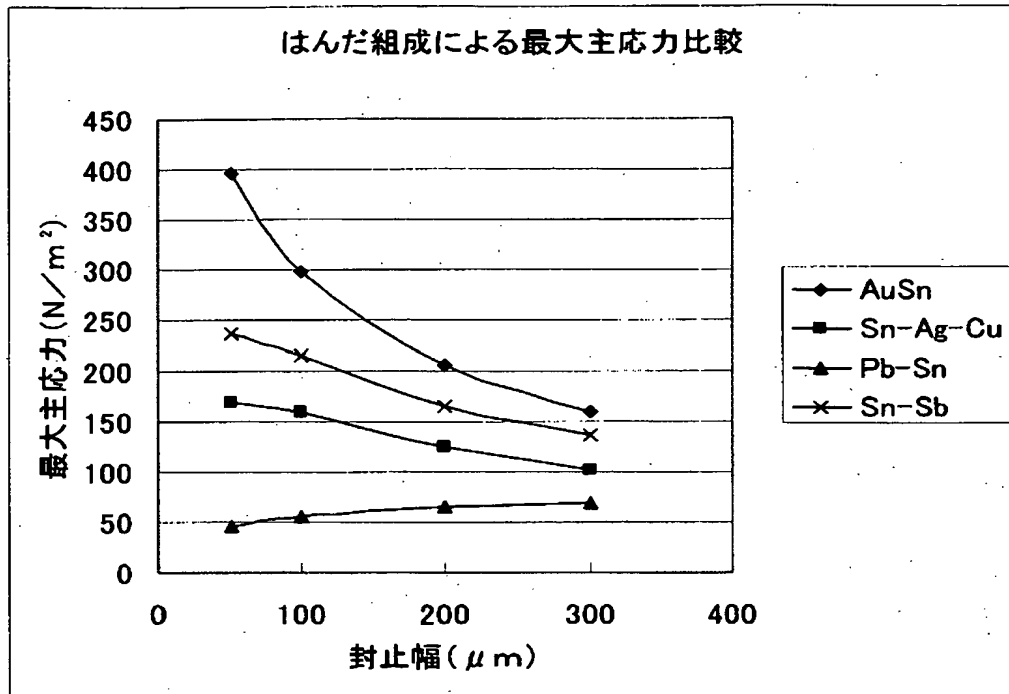
【図 2】



【図 3】

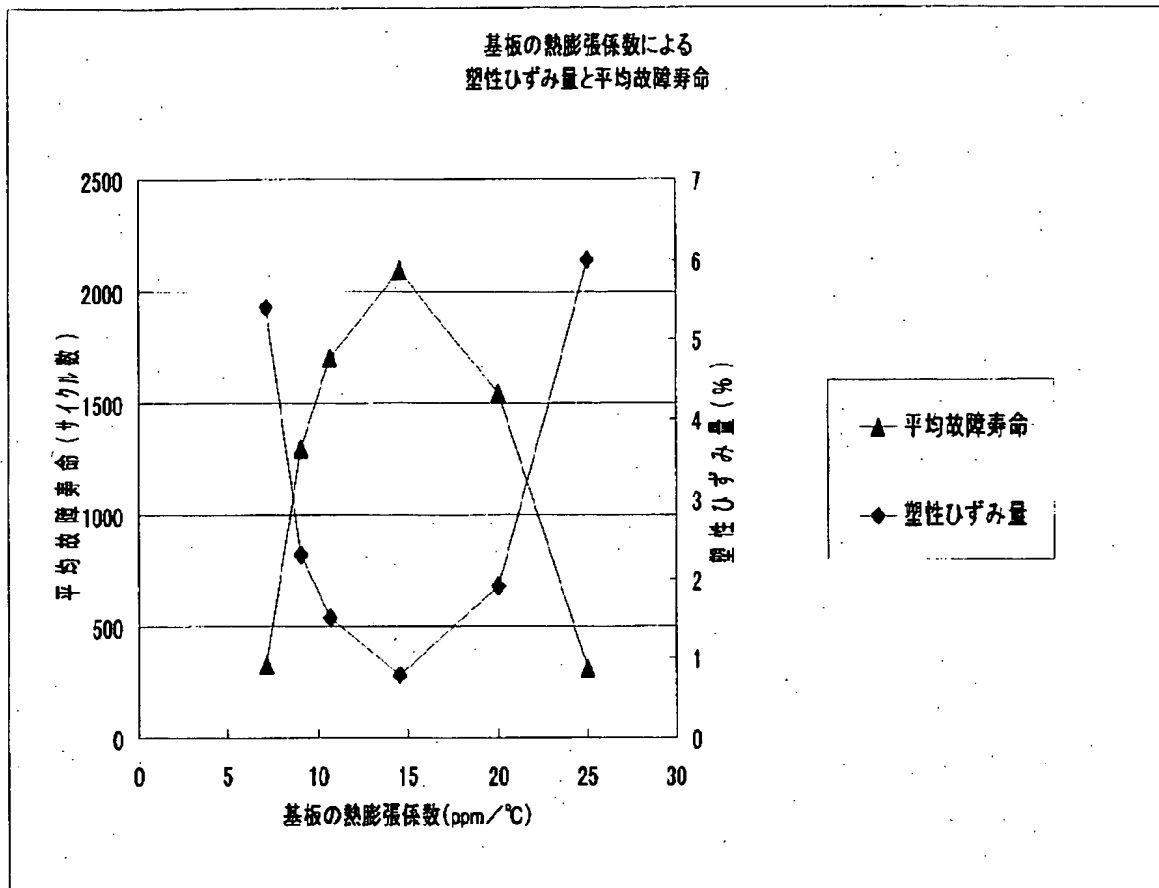


【図 4】

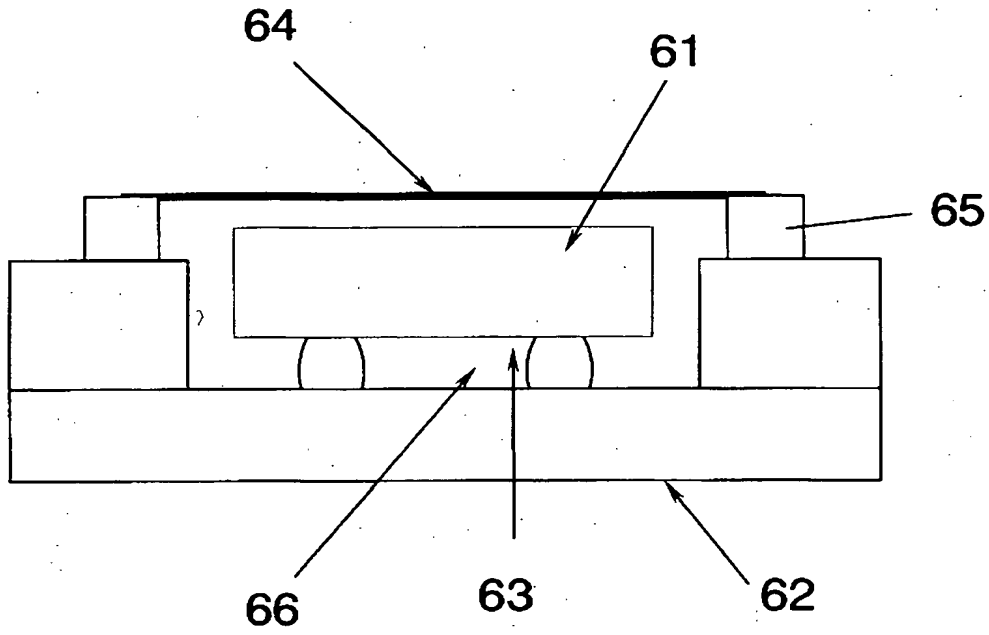




【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、熱膨張係数の差による熱応力に対して非常に安定して接合でき、長期にわたり安定した接続が維持できる弾性表面波装置を提供する。

【解決手段】 本発明は、タンタル酸リチウム圧電基板 10 の一主面上に IDT 電極 11、接続電極 12 及び外周封止電極 13 が形成された弾性表面波素子と、ハンダバンプ部材 3 を介して前記接続電極と接続する素子接続用電極 21、ハンダ接合部材 4 を介して前記外周封止電極 13 と接合する外周封止導体膜 22 を形成されたベース基板 2 とからなる弾性表面波装置である。そして、ハンダバンプ部材 3 及びハンダ接合部材 4 は、90%以上の Sn を含む Sn-Sb 系または Sn-Ag 系の無鉛ハンダを用い、前記ベース基板 2 の熱膨張係数が、9～20 ppm/℃に設定した。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 2 1 1 0 1
受付番号	5 0 3 0 0 1 4 2 7 8 7
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 2 月 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 1月29日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 2 1 1 0 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 3 3 ]

1. 変更年月日            1 9 9 0 年    8 月 1 0 日  
   [変更理由]            新規登録  
     住 所                京都府京都市山科区東野北井ノ上町 5 番地の 2 2  
     氏 名                京セラ株式会社
  
2. 変更年月日            1 9 9 8 年    8 月 2 1 日  
   [変更理由]            住所変更  
     住 所                京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
     氏 名                京セラ株式会社